

PROBLEMAS

4.28 Duas chapas de latão são firmemente coladas a uma barra de alumínio de seção quadrada, como indica a figura. Usando os dados abaixo, determinar o momento fletor máximo admissível, quando a peça composta é flexionada em torno de um eixo horizontal.

Módulos de elasticidade: Alumínio 70 GPa

Latão 105 GPa

Tensões admissíveis: Alumínio 100 MPa

Latão 160 MPa

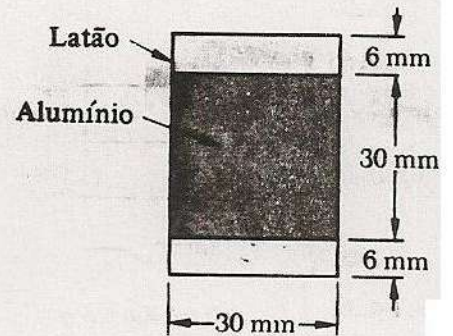


Fig. P4.28

4.29 Determinar, para a barra composta do Prob. 4.28, o máximo momento fletor admissível quando a barra é fletida em torno de um eixo vertical.

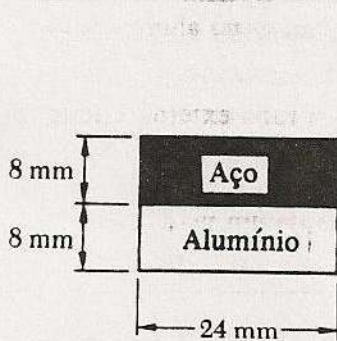


Fig. P4.30

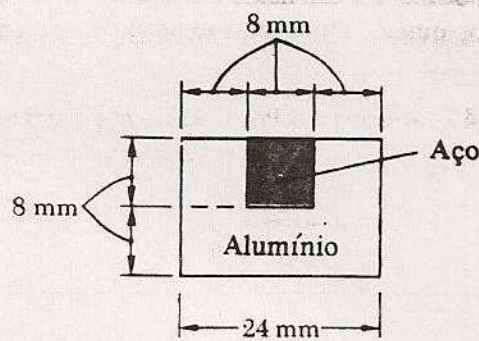


Fig. P4.31

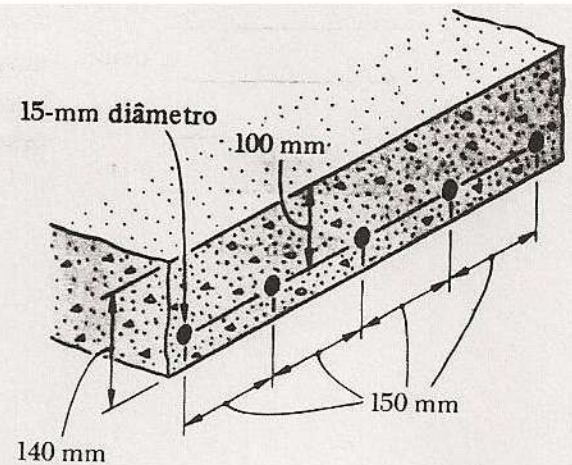


Fig. P4.32

4.30 e 4.31 Uma barra de aço ($E_a = 210$ GPa) e uma barra de alumínio ($E_{al} = 70$ GPa) são ligadas para formar a viga composta da figura. Determinar as tensões máximas: a) no alumínio; b) no aço, quando a viga é submetida à flexão com momento fletor $M = 60$ N.m, em relação a um eixo horizontal.

4.32 Uma laje de concreto armado é reforçada por barras de aço de 15 mm de diâmetro, colocadas com espaçamento de 150 mm. O módulo de elasticidade é 20 GPa para o concreto e 200 GPa para o aço. Se as tensões admissíveis são de 9 MPa para o concreto e de 120 MPa para o aço, determinar o maior momento fletor positivo que pode ser aplicado a uma faixa de 1 metro de largura da laje.

4.33 Resolver o Prob. 4.32, considerando que o espaçamento entre as barras de aço foi aumentado para 200 mm.

4.34 Uma viga de concreto armado tem três barras de aço, como indica a figura. O módulo de elasticidade é de 21 GPa para o concreto e de 210 GPa para o aço. Adotando tensões admissíveis de 9,3 MPa para o concreto e de 138 MPa para o aço, determinar o maior valor de momento positivo que pode ser aplicado à viga.

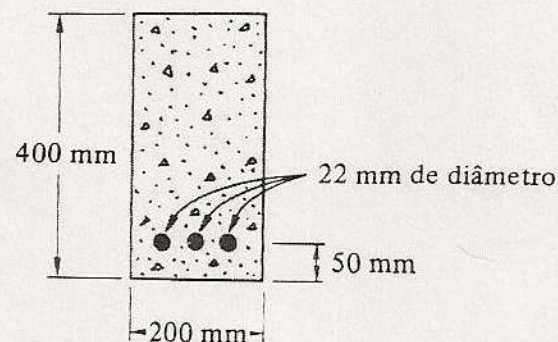


Fig. P4.34

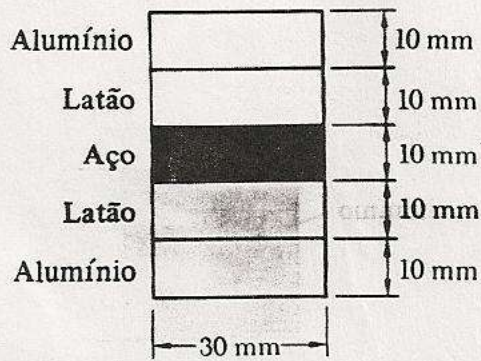


Fig. P4.35

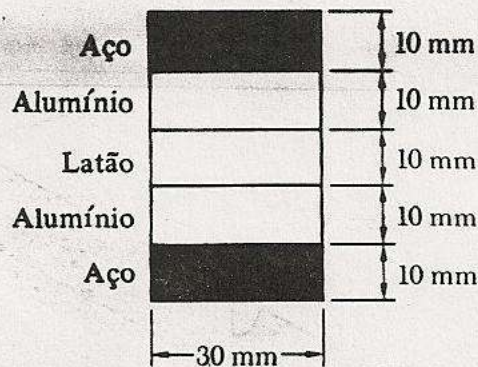


Fig. P4.36

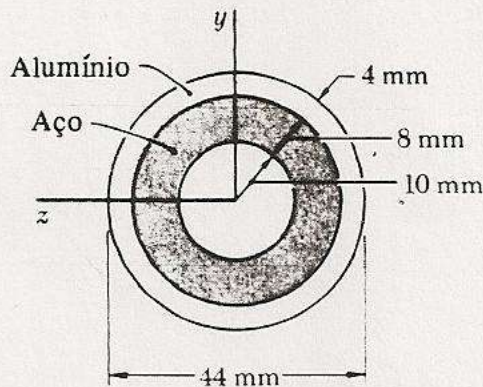


Fig. P4.41

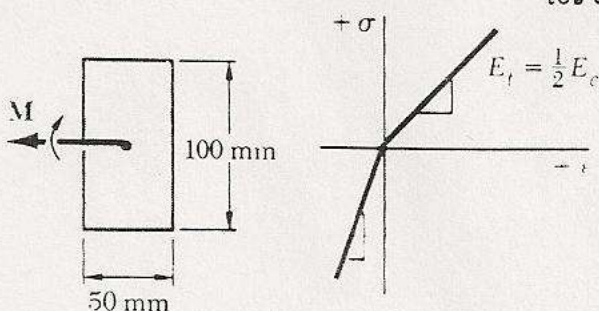


Fig. P4.43

4.35 e 4.36 Cinco lâminas metálicas são ligadas para formar a viga composta da figura. Os módulos de elasticidade são de 210 GPa para o aço, 150 GPa para o latão e 70 GPa para o alumínio. Sabendo-se que a viga é flexionada em redor de um eixo horizontal por conjugados de valor $M = 1500 \text{ N.m}$, determinar as tensões máximas: *a)* no aço; *b)* no latão; *c)* no alumínio.

4.37 e 4.38 Para a viga composta indicada, determinar o raio de curvatura provocado por um momento fletor $M = 60 \text{ N.m}$

4.37 Viga do Prob. 4.31

4.38 Viga do Prob. 4.30

4.39 e 4.40 Para a viga de secção composta indicada, determinar o raio de curvatura provocado pelo momento fletor $M = 1500 \text{ N.m}$.

4.39 Viga do Prob. 4.35

4.40 Viga do Prob. 4.36

4.41 Um tubo de aço e um tubo de alumínio são firmemente ligados para formar a viga composta indicada. O módulo de elasticidade do aço é 210 GPa e o módulo de elasticidade do alumínio é de 70 GPa. Determinar a máxima tensão, quando atua um momento fletor de 800 N.m: *a)* no alumínio; *b)* no aço.

4.42 Resolver o Prob. 4.41, considerando que o tubo externo é feito de aço e o tubo interno é feito de alumínio.

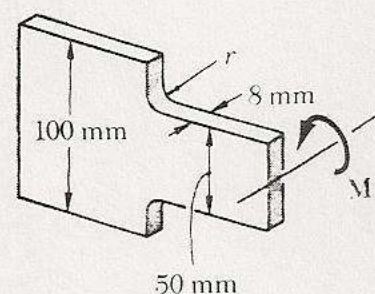
4.43 A viga retangular mostrada abaixo é feita de um material plástico, que tem módulo de elasticidade a tração metade do módulo de elasticidade a compressão. Para a atuação de um momento fletor $M = 600 \text{ N.m}$, determinar: *a)* a tensão de tração máxima; *b)* a tensão de compressão máxima.

4.44 Uma viga retangular é constituída de um material que tem módulo de elasticidade E_t para a tração e E_c para a compressão. Mostrar que a curvatura na flexão pura é

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{E_r I} \quad \text{onde} \quad E_r = \frac{4E_t E_c}{(\sqrt{E_t} + \sqrt{E_c})^2}$$

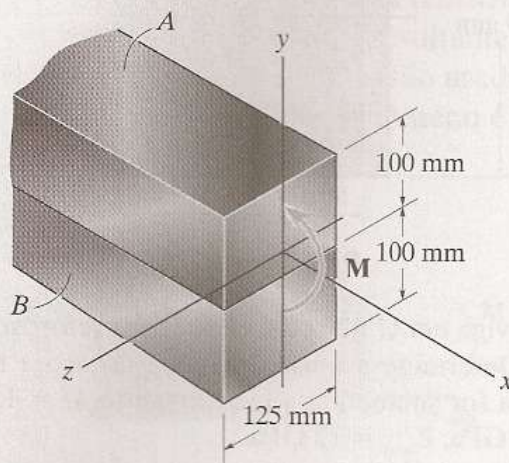
4.45 Na viga indicada atua um momento fletor $M = 350 \text{ N.m}$. Determinar as máximas tensões na viga, quando o raio do friso é: *a)* 5 mm; *b)* 10 mm.

4.46 Sabendo-se que a tensão admissível para o material da viga é 120 MPa, determinar o momento fletor admissível M quando o raio dos adoçamentos é de: *a)* 10 mm; *b)* 20 mm.



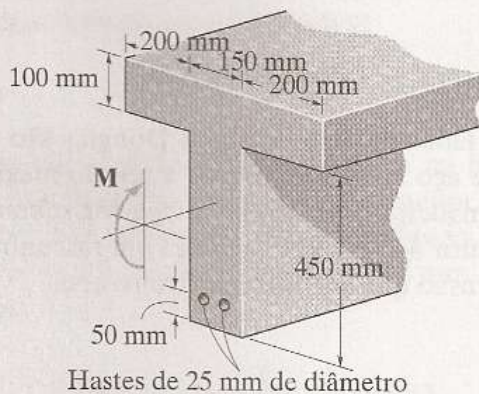
Figs. P4.45 e P4.46

6.126. A viga composta é feita de aço A-36 (A) unido a latão vermelho C83.400 (B) e tem a seção transversal mostrada na figura. Se a tensão de flexão admissível para o aço for $(\sigma_{adm})_{aço} = 180 \text{ MPa}$ e para o latão $(\sigma_{adm})_{lat} = 60 \text{ MPa}$, determine o momento máximo M que pode ser aplicado à viga.



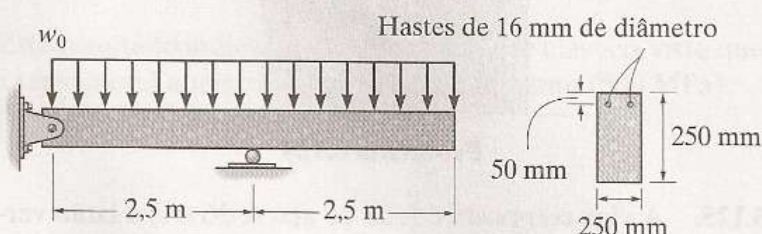
Problemas 6.125/126

6.127. A viga de concreto armado é feita com duas hastes de reforço de aço. Se a tensão de tração admissível para o aço for $(\sigma_{aço})_{adm} = 280 \text{ MPa}$ e a tensão de compressão admissível para o concreto for $(\sigma_{conc})_{adm} = 21 \text{ MPa}$, determine o momento máximo M que pode ser aplicado à seção. Considere que o concreto não pode suportar uma tensão de tração. $E_{aço} = 200 \text{ GPa}$, $E_{conc} = 26,5 \text{ GPa}$.



Problema 6.127

6.128. Determine a carga uniformemente distribuída máxima w_0 que pode ser suportada pela viga de concreto armado se a tensão de tração admissível para o aço for $(\sigma_{aço})_{adm} = 200 \text{ MPa}$ e a tensão de compressão admissível para o concreto for $(\sigma_{conc})_{adm} = 20 \text{ MPa}$. Considere que o concreto não pode suportar uma tensão de tração. Considere $E_{aço} = 200 \text{ GPa}$, $E_{conc} = 25 \text{ GPa}$.



Problema 6.128

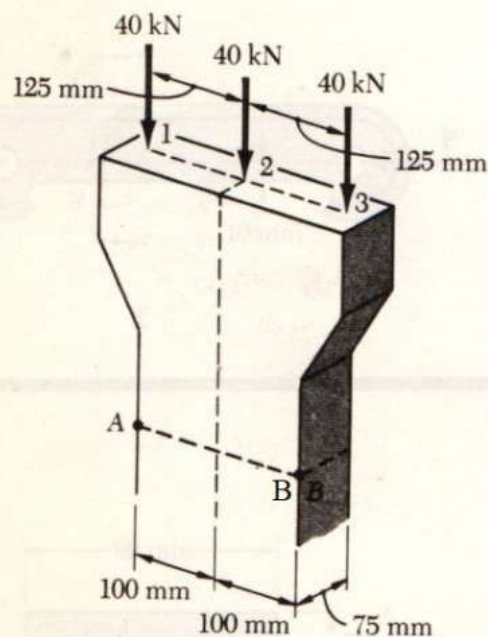
PROBLEMAS

4.73 Determinar as tensões nos pontos *A* e *B*: a) para o carregamento indicado; b) se os carregamentos de 40 kN forem aplicados apenas nos pontos 1 e 2; c) posição da linha neutra para o carregamento do item b).

4.74 Determinar as tensões nos pontos *A* e *B*: a) para o carregamento indicado; b) se as forças de 40 kN dos pontos 2 e 3 forem removidas; c) posição da linha neutra para o carregamento do item b).

4.75 Duas forças *P* podem ser aplicadas ao mesmo tempo ou separadamente à placa soldada à barra circular de raio *r*. Determinar a máxima tensão de compressão na barra: a) quando as duas forças são aplicadas; b) quando se aplica apenas uma das forças.

4.76 Um pequeno bloco *DE* é suportado pela coluna curta de secção quadrada indicada. Determinar, em uma secção transversal *ABC*, suficientemente distante do bloco para se manter a placa, a tensão: a) no ponto *A*; b) no ponto *C*; c) a posição da linha neutra.



Figs. P4.73 e P4.74

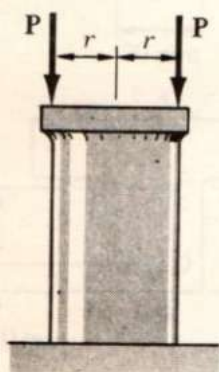


Fig. P4.75

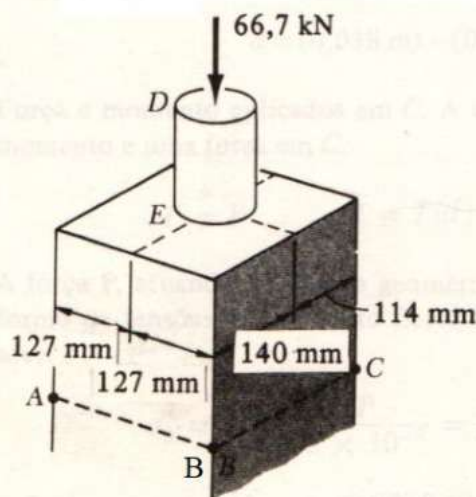


Fig. P4.76

4.77 Determinar o máximo desvio *h* do eixo da barra circular indicada, sabendo-se que a tensão máxima não pode exceder a 160 MPa.

4.78 Dois segmentos de barras de secção quadrada de 12 x 12 mm foram dobradas para formar os componentes de máquina indicados na figura. Determinar a máxima carga *P* que pode ser aplicada a cada componente, se a tensão admissível é de 120 MPa.

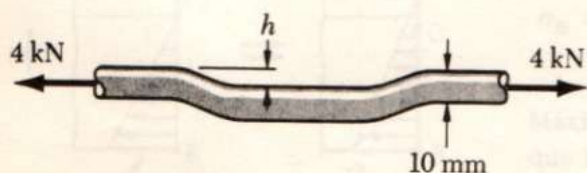


Fig. P4.77

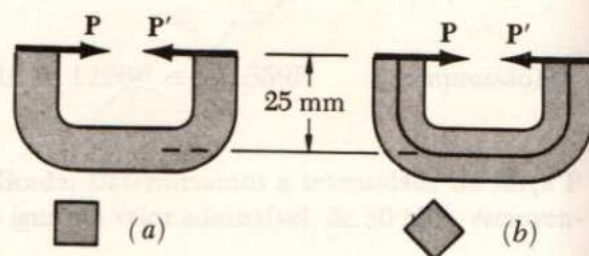


Fig. P4.78

4.79 O torno indicado foi apertado até que o valor de P atingiu 334 N. Determinar: a) a tensão no ponto A ; b) a tensão no ponto D ; c) a posição da linha neutra.

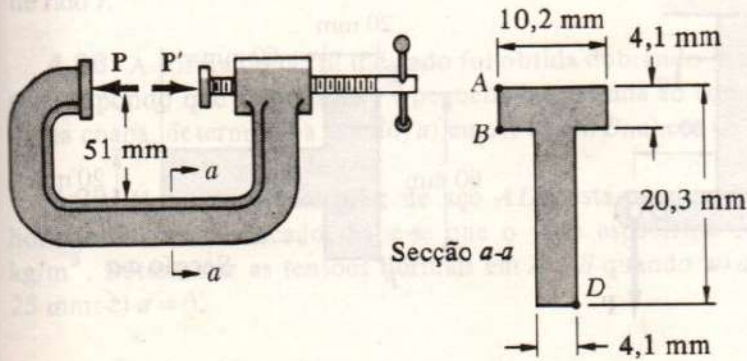


Fig. P4.79

4.80 Resolver o Prob. 4.79, considerando que a largura da aba do perfil é aumentada de 10,2 mm para 12,7 mm.

4.81 Duas lâminas finas de fibra de vidro são coladas à face horizontal de um prisma de matéria plástica. Determinar, para o carregamento indicado: a) a tensão no ponto A ; b) a tensão em D ; c) a posição do eixo neutro.

4.82 De um tubo de secção transversal vazada, retira-se a porção BD de uma das paredes laterais, para permitir acesso a seu interior. A espessura das paredes do tubo é de 5 mm, e ele recebe o carregamento de duas forças de mesma intensidade e sentidos opostos, aplicadas aos centros A e E das extremidades do tubo. Sabendo-se que as forças têm intensidades de 25 kN, determinar: a) a tensão máxima de tração na secção $a-a$; b) a tensão no ponto F . Dado: O baricentro da secção está em C , e o momento de inércia é $I_z = 176,9 \times 10^3 \text{ mm}^4$.

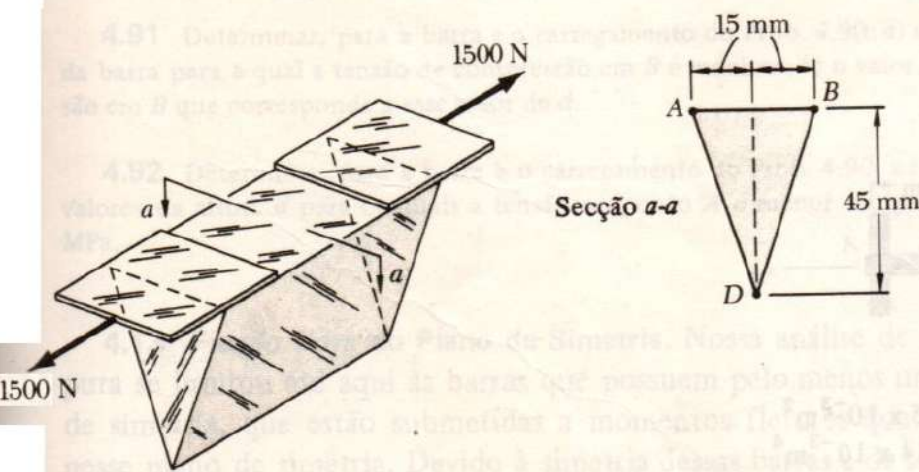


Fig. P4.81

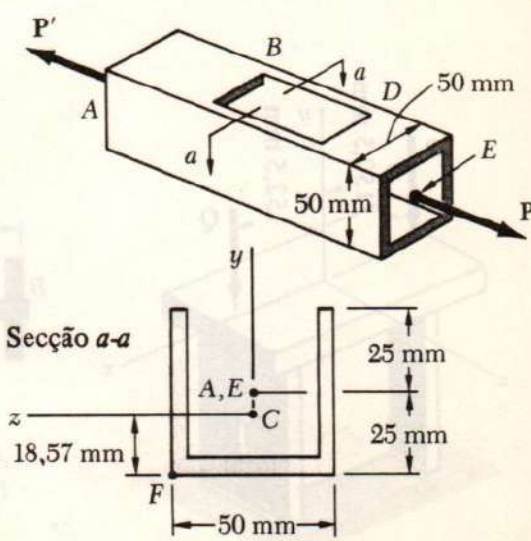
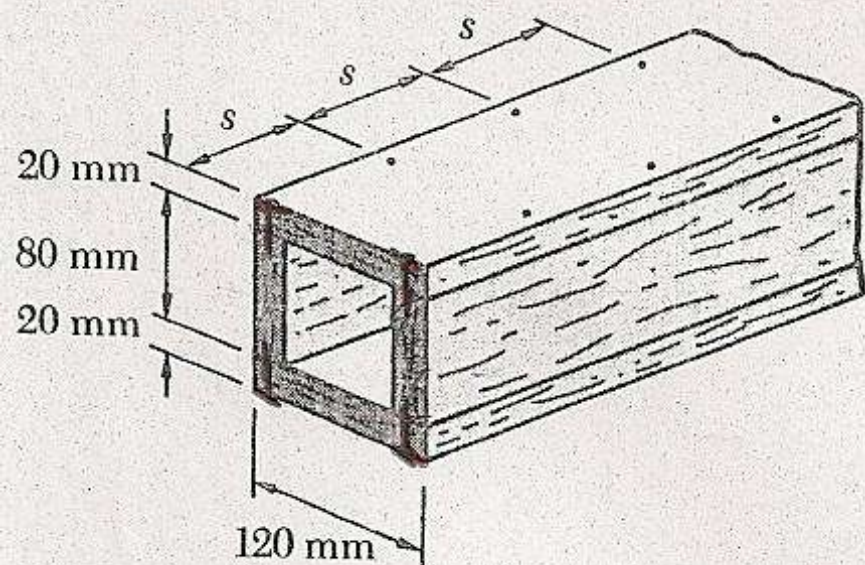
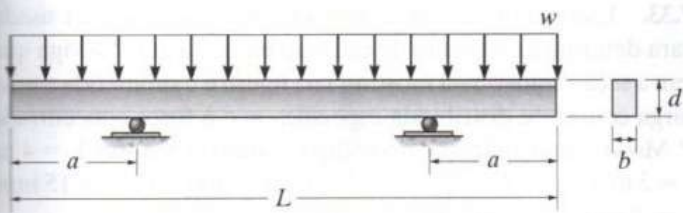


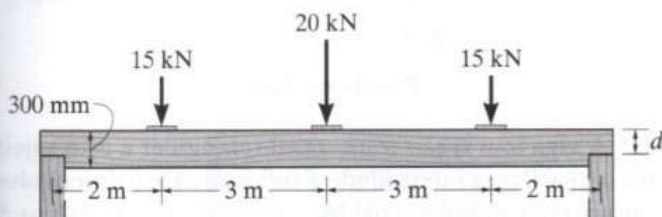
Fig. P4.82

5.4 Uma viga tem seção transversal em forma de quadrado vazado, formada por duas tábuas de 20 x 80 mm pregadas a outras duas tábuas de 20 x 120 mm. Sabe-se que o espaçamento entre pregos é $s = 50$ mm e que a força de corte admissível em cada prego é de 300 N. Determinar: a) a força cortante máxima admissível para a viga, b) a tensão máxima de cisalhamento correspondente a essa força cortante.



**Problema 7.22**

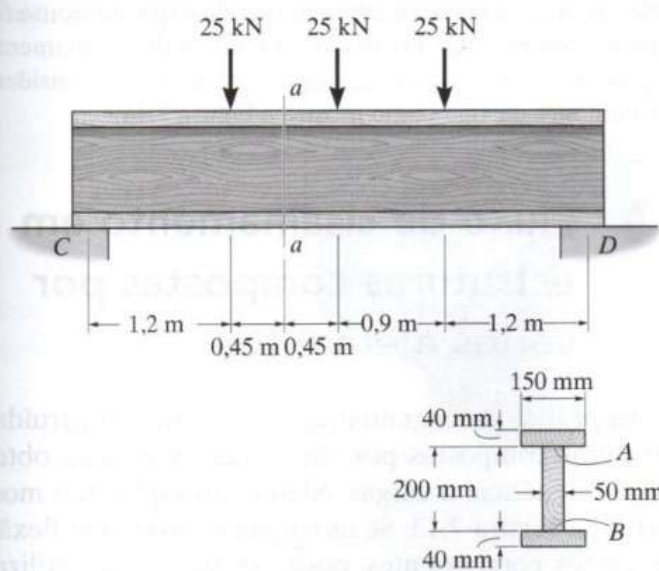
7.23. As extremidades da viga de madeira devem ser entalhadas como mostra a figura. Se a viga tiver de suportar o carregamento mostrado, determine a menor profundidade d da viga no entalhe se a tensão de cisalhamento admissível for $\tau_{adm} = 450 \text{ MPa}$. A largura da viga é de 8 metros.

**Problema 7.23**

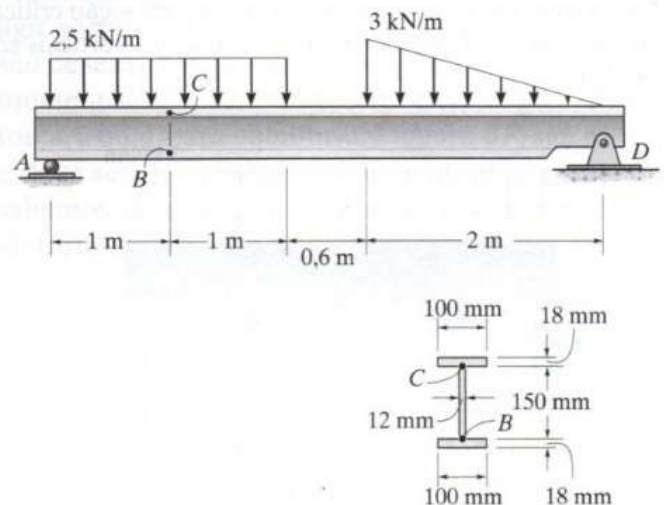
7.24. A viga é composta por três tábuas coladas nas linhas de junção A e B . Se for submetida ao carregamento mostrado na figura, determine a tensão de cisalhamento desenvolvida nas juntas coladas na seção $a-a$. Os apoios em C e D exercem somente reações verticais sobre a viga.

7.25. A viga é composta por três tábuas coladas nas linhas de junção A e B . Se for submetida ao carregamento mostrado na figura, determine a tensão de cisalhamento máxima desenvolvida nas juntas coladas. Os apoios em C e D exercem somente reações verticais sobre a viga.

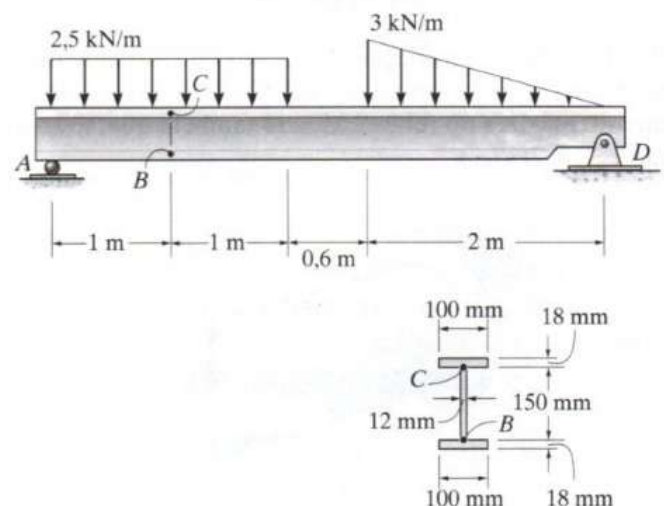
7.26. A viga é composta por três tábuas coladas nas linhas de junção A e B . Se for submetida ao carregamento mostrado na figura, determine a força de cisalhamento vertical máxima à qual resiste a aba superior da viga. Os apoios em C e D exercem somente reações verticais sobre a viga.

**Problemas 7.24/25/26**

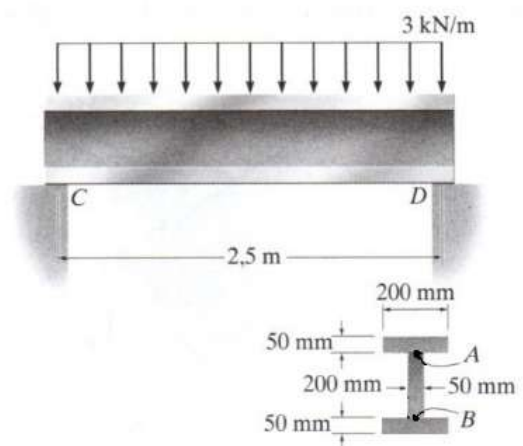
7.27. Determine a tensão de cisalhamento nos pontos B e C localizados na alma da viga de fibra de vidro.

**Problema 7.27**

7.28. Determine a tensão de cisalhamento máxima que age na seção crítica da viga de fibra de vidro.

**Problema 7.28**

7.29. A viga é composta por três peças de plástico coladas nas linhas de junção A e B . Se for submetida ao carregamento mostrado na figura, determine a tensão de cisalhamento desenvolvida nas juntas coladas na seção crítica. Os apoios em C e D exercem somente reações verticais sobre a viga.

**Problema 7.29**

BEER, F. P. e JOHNSTON JR., E. R. - "Resistência dos Materiais", Editora McGraw-Hill, São Paulo, 2ª edição 1982.

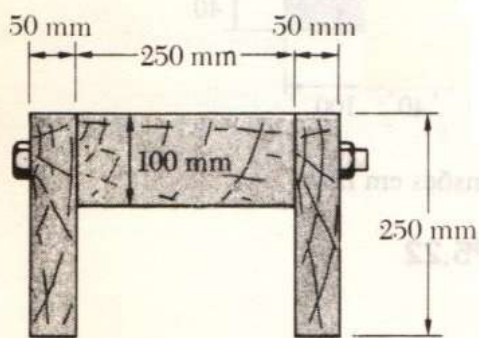


Fig. P5.30

5.30 Três peças de madeira são ligadas entre si por parafusos de 14 mm de diâmetro espaçados longitudinalmente a cada 150 mm. Determinar, para um corte vertical de 10 kN, a tensão média de cisalhamento nos parafusos.

BEER, F. P. e JOHNSTON JR., E. R. - "Resistência dos Materiais", Editora McGraw-Hill, São Paulo, 2ª edição 1982.

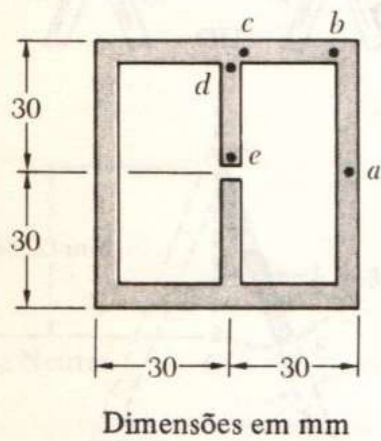


Fig. P5.27

5.27 As vigas de secção transversal indicada tem paredes de espessura constante de 4 mm. Determinar, para uma força cortante vertical de 12 kN, a tensão de cisalhamento em cada um dos cinco pontos indicados. Desenhe os diagramas de fluxo e tensões de cisalhamento.

Problema 5.27 (Desenhe o sentido e o diagrama do fluxo de cisalhamento, bem como, o diagrama da distribuição das tensões de cisalhamento na seção transversal).

O centróide da seção é um ponto e.

Momento de inércia:

$$I = \frac{0,06 \times 0,06^3}{12} - 2 \times \frac{0,024 \times 0,052^3}{12} = 5,176 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$